

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**PCT** WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>G06F 11/34, 11/00</b></p>	<b>A1</b>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/26786</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. Mai 2000 (11.05.00)</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/03261</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Oktober 1999 (11.10.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 50 850.6      4. November 1998 (04.11.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LOHNER, Manfred [DE/DE]; Dewetstrasse 2, D-80807 München (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</p> </div> </div>		
<p>(54) Title: METHOD AND ARRAY FOR EVALUATING A MARKOV CHAIN MODELING A TECHNICAL SYSTEM</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR AUSWERTUNG EINER EIN TECHNISCHES SYSTEM MODELLIERENDEN MARKOVKETTE</p> <p>(57) Abstract</p> <p>In order to evaluate a Markov chain describing a technical system, a subsequent probability vector containing values for probability distribution along the states of the Markov chain is determined starting with a first probability vector using an iterative method.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Zur Auswertung einer ein technisches System beschreibenden Markovkette wird ausgehend von einem ersten Wahrscheinlichkeitsvektor durch ein iteratives Verfahren ein nächster Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmt, der Werte für eine Wahrscheinlichkeitsverteilung entlang der Zustände der Markovkette enthält.</p>		

```

graph TD
    101[I = 0] --> 102[Π̃_{i+1} aus Π_i bestimmen]
    102 --> 103[Π_{i+1} aus Π̃_{i+1} bestimmen]
    103 --> 104{|| Π_{i+1} - Π_i || < ε}
    104 -- Ja --> 105[Ergebnis: Π_{i+1}]
    104 -- NEIN --> 106[I = I + 1]
    106 --> 102
    
```

102, 103... DETERMINE FROM 105... RESULT

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung**Verfahren und Anordnung zur Auswertung einer ein technisches System modellierenden Markovkette**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Auswertung einer ein technisches System modellierenden Markovkette.

- 10 Eine Markovkette ist aus [1] bekannt. Dabei wird ausgegangen von einer endlichen Menge

$$Q = \{s_1, \dots, s_N\} \quad (0-1)$$

- 15 von Zuständen sowie einem diskreten stochastischen Prozeß über  $Q$ , also einer Folge von Zufallsvariablen, die Werte aus der Zustandsmenge  $Q$  annehmen. Der Prozeß heißt kausal, falls die Verteilung der Variablen  $q_t$  nur von vergangenen Zuständen abhängt, er heißt stationär, wenn dabei die absolute Zeit  $t$
- 20 keine Rolle spielt, und er heißt einfach, falls ausschließlich der vorangehende Zustand einen Einfluß ausübt. Für einen einfachen kausalen und stationären Prozeß haben die Übergangswahrscheinlichkeiten die Form

25 
$$P(q_t | q_1 \dots q_{t-1}) = P(q_t | q_{t-1}) \quad (0-2)$$

und können zu einer  $N \times N$ -Parametermatrix

$$\underline{A} = [a_{ij}]_{N \times N} \quad \text{mit} \quad a_{ij} = P(q_t = s_j | q_{t-1} = s_i) \quad (0-3)$$

30

zusammengefaßt werden, für deren Einträge  $a_{ij}$  die stochastischen Bedingungen

$$a_{ij} > 0 \quad \text{und} \quad \sum_j a_{ij} = 1$$

35

gelten. Die Wahrscheinlichkeiten

$$\pi_i = P(q_1 = s_i), \quad \sum_{i=1}^N \pi_i = 1 \quad (0-4)$$

für die Einnahme eines Anfangszustandes werden in dem N-dimensionalen Vektor  $\underline{\pi}$  vereinigt. Diskrete Prozesse dieser Art heißen **Markovketten**; ihr statistisches Verhalten ist vollständig durch die Parameter  $\underline{\pi}$  und  $\underline{A}$  charakterisiert. Ferner heißt eine Markovkette genau dann irreduzibel, wenn mit  $n := \dim(A)$  gilt:

$$\forall i, j \in \{1, \dots, n\} \exists k \in \mathbb{N} \left( k > 0 \wedge (A^k)_{ij} > 0 \right) \quad (0-5)$$

Anschaulich bedeutet dies, daß von jedem Zustand ausgehend jeder Zustand irgendwann wieder erreicht wird.

Die **Aufgabe** der Erfindung besteht darin, eine insbesondere irreduzible Markovkette eines technischen Systems auszuwerten.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen.

Zur Lösung der Aufgabe wird ein Verfahren zur Auswertung einer ein technisches System modellierenden Markovkette durch einen Rechner angegeben. Die Markovkette umfaßt mehrere Zustände des technischen Systems, die Auswertung erfolgt gemäß Durchführung folgender Schritte:

- a) ein erster Wahrscheinlichkeitsvektor enthält Wahrscheinlichkeitswerte für vorgegebenen Bedingungen in den Zuständen der Markovkette;
- b) ein zweiter Wahrscheinlichkeitsvektor wird bestimmt gemäß

$$\tilde{\Pi}_{i+1} = \sum_{k=0}^n \Pi_i \cdot \underline{P}^k \quad (1),$$

wobei

- 5      $\tilde{\Pi}_{i+1}$      den zweiten Wahrscheinlichkeitsvektor,  
       $\Pi_i$         den ersten Wahrscheinlichkeitsvektor,  
       $\underline{P}$         die Markovkette in Matrizen-Notation,  
       $n$         eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1  
      bezeichnen;

10

- c) ein dritter Wahrscheinlichkeitsvektor wird bestimmt  
     gemäß

$$\Pi_{i+1} = \frac{\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{P}^j}{\|\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{P}^j\|_1} \quad (2),$$

15

wobei

- $\Pi_{i+1}$      den dritten Wahrscheinlichkeitsvektor,  
       $j$         eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1,  
      bezeichnen.

20

- d) der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor wird zur  
     Auswertung der Markovkette eingesetzt.

- 25     Insbesondere ist es ein Vorteil, daß anhand der Auswertung  
      der Markovkette eine stationäre Wahrscheinlichkeitsverteilung  
      des technischen Systems angegeben werden kann.

- Eine Weiterbildung besteht darin, daß der dritte  
      Wahrscheinlichkeitsvektor gleich dem ersten  
      Wahrscheinlichkeitsvektor gesetzt wird und die Schritte b)  
      und c) iterativ durchgeführt werden, bis sich der zuletzt  
      ergebende Wahrscheinlichkeitsvektor von dem vorletzten  
      Wahrscheinlichkeitsvektor um weniger als einen vorgegebenen  
      Schwellwert unterscheiden.

In diesem Fall ist der stationäre Wahrscheinlichkeitsvektor in durch den Schwellwert vorgegebbarer Genauigkeit bestimmt.

- 5 Anhand der Auswertung der Markovkette kann das technische System entworfen werden. Der Entwurf bezieht sich insbesondere auf die Neuerschaffung, z.B. Neukonstruktion oder Neubildung, des technischen Systems oder an eine Anpassung des technischen Systems nach Maßgabe des Entwurfs.
- 10 Auch ist es eine Weiterbildung, daß das Verfahren zu einer Leistungsmodellierung oder einer Zuverlässigkeitsmodellierung des technischen Systems eingesetzt wird. Dazu werden Bewertungsgrößen bestimmt, die aus der stationären
- 15 Wahrscheinlichkeitsverteilung eine Aussage über die Leistung bzw. Zuverlässigkeit des technischen Systems zulassen. Eine Anwendung ist die Bestimmung einer Trefferquote von Zugriffen auf einen Speicher (Cache-Hitrate), der vornehmlich eine Zwischenspeicherung dient, des technischen Systems. Hier wird
- 20 deutlich, daß die Ausnutzung des Zwischenspeichers (Cache) dann möglichst groß ist, wenn die entsprechende Trefferquote hoch ist, d.h. entsprechend viele Zugriffe darauf erfolgt sind.
- 25 Eine andere Weiterbildung besteht darin, daß die Markovkette eine geschlossene Markovkette ist.
- Eine zusätzliche Ausgestaltung besteht darin, daß bei den Multiplikationen in Gleichung (1) bereits berechnete
- 30 Komponenten wiederverwendet werden. Dazu werden diese Komponenten vorzugsweise zwischengespeichert. Dadurch ergibt sich vorteilhaft eine schnellere Konvergenz des beschriebenen Verfahrens.
- 35 Auch wird zur Lösung der Aufgabe eine Anordnung zur Auswertung einer ein technisches System modellierenden

5

Markovkette angegeben, bei der eine Prozessoreinheit vorgesehen ist, die derart eingerichtet ist, daß

- a) ein erster Wahrscheinlichkeitsvektor  
Wahrscheinlichkeitswerte für vorgegebenen Bedingungen  
in den Zuständen der Markovkette enthält,

- b) ein zweiter Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmbar ist  
gemäß

$$\tilde{\Pi}_{i+1} = \sum_{k=0}^n \Pi_i \cdot \underline{p}^k,$$

wobei

$\tilde{\Pi}_{i+1}$  den zweiten Wahrscheinlichkeitsvektor,

$\Pi_i$  den ersten Wahrscheinlichkeitsvektor,

$\underline{p}$  die Markovkette in Matrizen-Notation,

$n$  eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1  
bezeichnen;

- c) ein dritter Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmbar ist  
gemäß

$$\Pi_{i+1} = \frac{\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{p}^j}{\|\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{p}^j\|_1},$$

wobei

$\Pi_{i+1}$  den dritten Wahrscheinlichkeitsvektor,

$j$  eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1,  
bezeichnen.

- d) der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor zur Auswertung  
der Markovkette einsetzbar ist.

Diese Anordnung ist insbesondere geeignet zur Durchführung  
des erfindungsgemäßen Verfahrens oder einer seiner vorstehend  
erläuterten Weiterbildungen.



Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung dargestellt und erläutert.

5 Es zeigen

Fig.1 ein Blockdiagramm, das Schritte eines Verfahrens zur Auswertung einer ein technisches System modellierenden Markovkette enthält;

10

Fig.2 eine Skizze einer geschlossenen Markovkette;

Fig.3 eine Prozessoreinheit.

15 In **Fig.1** ist ein Blockdiagramm gezeigt, das Schritte eines Verfahrens zur Auswertung einer ein technisches System modellierenden Markovkette enthält. In einem Schritt 101 wird eine Iterationsvariable (Zählvariable)  $i=0$  gesetzt. In einem Schritt 102 wird aus einem ersten Wahrscheinlichkeitsvektor  $\Pi_i$  ein zweiter Wahrscheinlichkeitsvektor  $\tilde{\Pi}_{i+1}$  ermittelt gemäß Gleichung (1). In einem Schritt 103 wird aus dem zweiten Wahrscheinlichkeitsvektor  $\tilde{\Pi}_{i+1}$  ein dritter Wahrscheinlichkeitsvektor  $\Pi_{i+1}$  bestimmt. In einem Schritt 104 wird überprüft, ob der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor  $\Pi_{i+1}$  sich von dem ersten Wahrscheinlichkeitsvektor  $\Pi_i$  um weniger als einen vorgegebenen Schwellwert  $\epsilon$  unterscheidet. Ist dies der Fall, so ist das Ergebnis der zuletzt ermittelte Wahrscheinlichkeitsvektor  $\Pi_{i+1}$  (vgl. Schritt 105). Ist dies nicht der Fall, so wird die Iterationsvariable, die gleichzeitig die Wahrscheinlichkeitsvektoren indiziert inkrementiert (vgl. Schritt 106) und zu Schritt 102 verzweigt

**Fig.2** zeigt eine Skizze einer geschlossenen Markovkette. Das vorliegende Beispiel umfaßt drei Zustände 201, 202 und 203, wobei ein Zustandsübergang von dem Zustand 201 in den Zustand 202 mit einer Wahrscheinlichkeit  $P_a$ , ein Übergang von dem Zustand 202 in den Zustand 201 mit einer Wahrscheinlichkeit

$P_b$ , ein Übergang von dem Zustand 201 in den Zustand 203 mit einer Wahrscheinlichkeit  $P_c$  und ein Übergang von dem Zustand 203 in den Zustand 201 mit einer Wahrscheinlichkeit  $P_d$  stattfindet. Notiert man die Zustände 201, 202 und 203 sowohl  
5 als Zeilen als auch als Spalten einer Matrix, so kann die entsprechende Vermaschung der Markovkette in diese Matrix übertragen werden, indem von Zeile zu Spalte die entsprechende Übergangswahrscheinlichkeit notiert wird. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich für die erste Zeile die  
10 Belegung

$$[ 0 \quad P_a \quad P_c ] \quad (3),$$

für die zweite Zeile die Belegung

15

$$[ P_b \quad 0 \quad 0 ] \quad (4)$$

und für die dritte Zeile die Belegung

20

$$[ P_d \quad 0 \quad 0 ] \quad (5).$$

Zur Feststellung der Trefferquote bei Zwischenspeicherzugriffen werden die einzelnen Einheiten des Zwischenspeichers in Form von Zuständen der Markovkette modelliert.  
25 Wie oft nun ein einzelner Zustand des Zwischenspeichers von einem Rechnersystem abgefragt wird, ist entscheidend für die Effizienz und die Auslegung des Zwischenspeichers. Die Wahrscheinlichkeit für einen Zugriff auf eine Komponente des Speichers wird in den Wahrscheinlichkeitsvektor aufgenommen.  
30 Da sich die Wahrscheinlichkeit im dynamischen Ablauf des Gesamtsystems ständig ändert, ist im Rahmen der vorliegenden Auswertung die stationäre Wahrscheinlichkeitsverteilung zu bestimmen. Dies erfolgt mittels des oben beschriebenen Verfahrens.

35

In **Fig.3** ist eine Prozessoreinheit PRZE dargestellt. Die Prozessoreinheit PRZE umfaßt einen Prozessor CPU, einen

Speicher SPE und eine Input/Output-Schnittstelle IOS, die über ein Interface IFC auf unterschiedliche Art und Weise genutzt wird: Über eine Grafikschnittstelle wird eine Ausgabe auf einem Monitor MON sichtbar und/oder auf einem Drucker PRT  
5 ausgegeben. Eine Eingabe erfolgt über eine Maus MAS oder eine Tastatur TAST. Auch verfügt die Prozessoreinheit PRZE über einen Datenbus BUS, der die Verbindung von einem Speicher MEM, dem Prozessor CPU und der Input/Output-Schnittstelle IOS gewährleistet. Weiterhin sind an den Datenbus BUS zusätzliche  
10 Komponenten anschließbar, z.B. zusätzlicher Speicher, Datenspeicher (Festplatte) oder Scanner.

Literaturverzeichnis:

- [1] E.G. Schukat-Talamazzini: "Automatische Spracherkennung -  
Grundlagen, statistische Modelle und effiziente  
Algorithmen", Vieweg Verlag, Braunschweig 1995,  
5 ISBN 3-528-05492-1, Seiten 125-135.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung einer ein technisches System  
modellierenden Markovkette, die mehrere Zustände umfaßt,  
5 durch einen Rechner,

a) bei dem ein erster Wahrscheinlichkeitsvektor  
Wahrscheinlichkeitswerte für vorgegebenen Bedingungen  
in den Zuständen der Markovkette enthält,

10

b) bei dem ein zweiter Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmt  
wird gemäß

$$\tilde{\Pi}_{i+1} = \sum_{k=0}^n \Pi_i \cdot \underline{p}^k,$$

15

wobei

$\tilde{\Pi}_{i+1}$  den zweiten Wahrscheinlichkeitsvektor,

$\Pi_i$  den ersten Wahrscheinlichkeitsvektor,

$\underline{p}$  die Markovkette in Matrizen-Notation,

20  $n$  eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1  
bezeichnen;

c) bei dem ein dritter Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmt  
wird gemäß

25

$$\Pi_{i+1} = \frac{\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{p}^j}{\|\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{p}^j\|_1},$$

wobei

$\Pi_{i+1}$  den dritten Wahrscheinlichkeitsvektor,

30  $j$  eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1,  
bezeichnen.

d) bei dem der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor zur  
Auswertung der Markovkette eingesetzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
bei dem der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor gleich dem  
ersten Wahrscheinlichkeitsvektor gesetzt wird und die  
5 Schritte b) und c) iterativ durchgeführt werden, bis sich  
der zuletzt ergebende Wahrscheinlichkeitsvektor von dem  
vorletzten Wahrscheinlichkeitsvektor um weniger als einen  
vorgegebenen Schwellwert unterscheiden.
- 10 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,  
bei dem die Auswertung der Markovkette einer stationären  
Wahrscheinlichkeitsverteilung entspricht.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 bei dem gemäß der Auswertung der Markovkette das  
technische System entworfen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
bei dem das technische System entworfen wird, indem es  
20 entweder neu geschaffen oder an die Maßgabe des Entwurfs  
angepaßt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
zur Leistungsmodellierung oder Zuverlässigkeits-  
25 modellierung des technischen Systems.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
zur Bestimmung einer Trefferquote bei Zwischenspeicher-  
zugriffen (Cache-Hitrate) des technischen Systems.  
30
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem die Markovkette eine geschlossene Markovkette  
ist.
- 35 9. Anordnung zur Auswertung einer ein technisches System  
modellierenden Markovkette, die mehrere Zustände umfaßt,

12

mit einer Prozessoreinheit, die derart eingerichtet ist, daß

5 a) ein erster Wahrscheinlichkeitsvektor  
Wahrscheinlichkeitswerte für vorgegebenen Bedingungen  
in den Zuständen der Markovkette enthält,

b) ein zweiter Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmbar ist  
gemäß

10

$$\tilde{\Pi}_{i+1} = \sum_{k=0}^n \Pi_i \cdot \underline{p}^k,$$

wobei

15  $\tilde{\Pi}_{i+1}$  den zweiten Wahrscheinlichkeitsvektor,  
 $\Pi_i$  den ersten Wahrscheinlichkeitsvektor,  
 $\underline{p}$  die Markovkette in Matrizen-Notation,  
n eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1  
bezeichnen;

20 c) ein dritter Wahrscheinlichkeitsvektor bestimmbar ist  
gemäß

$$\Pi_{i+1} = \frac{\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{p}^j}{\|\tilde{\Pi}_{i+1} \cdot \underline{p}^j\|_1},$$

25 wobei  
 $\Pi_{i+1}$  den dritten Wahrscheinlichkeitsvektor,  
j eine vorgegebene natürliche Zahl größer 1,  
bezeichnen.

30 d) der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor zur Auswertung  
der Markovkette einsetzbar ist.

10. Anordnung nach Anspruch 8,  
bei der die Prozessoreinheit derart eingerichtet ist, daß

13

der dritte Wahrscheinlichkeitsvektor gleich dem ersten Wahrscheinlichkeitsvektor gesetzt wird und die Schritte b) und c) iterativ durchgeführt werden, bis sich der zuletzt ergebende Wahrscheinlichkeitsvektor von dem vorletzten Wahrscheinlichkeitsvektor um weniger als einen vorgegebenen Schwellwert unterscheiden.

5



1/2

FIG 1

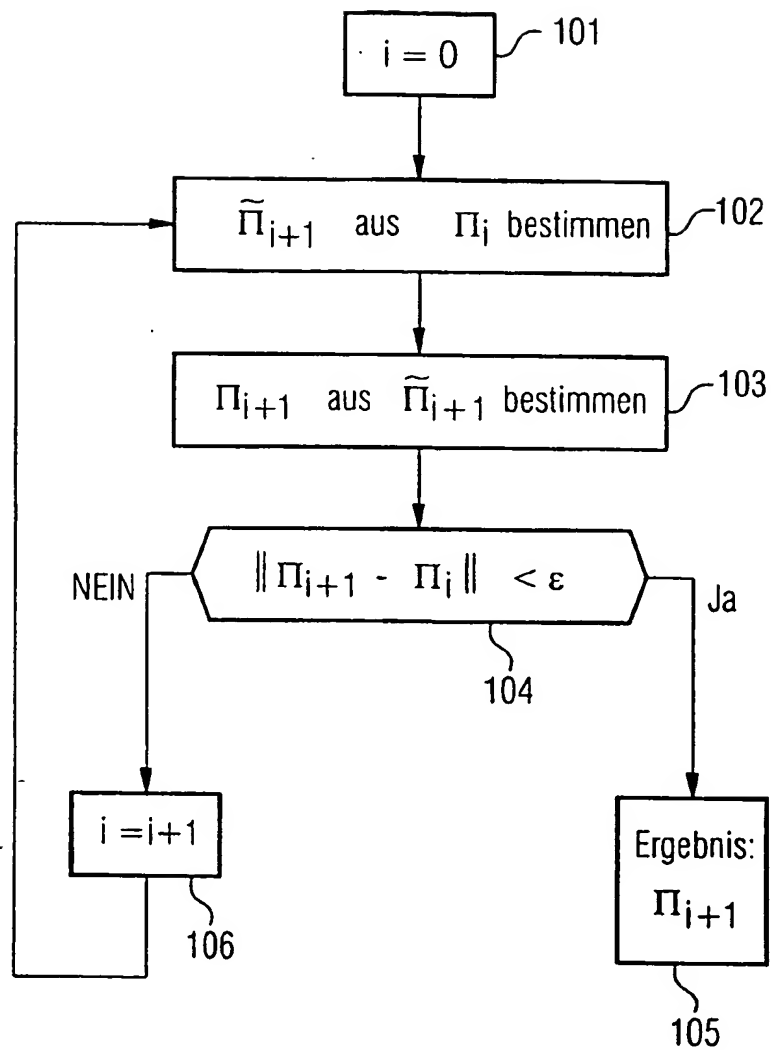


FIG 2

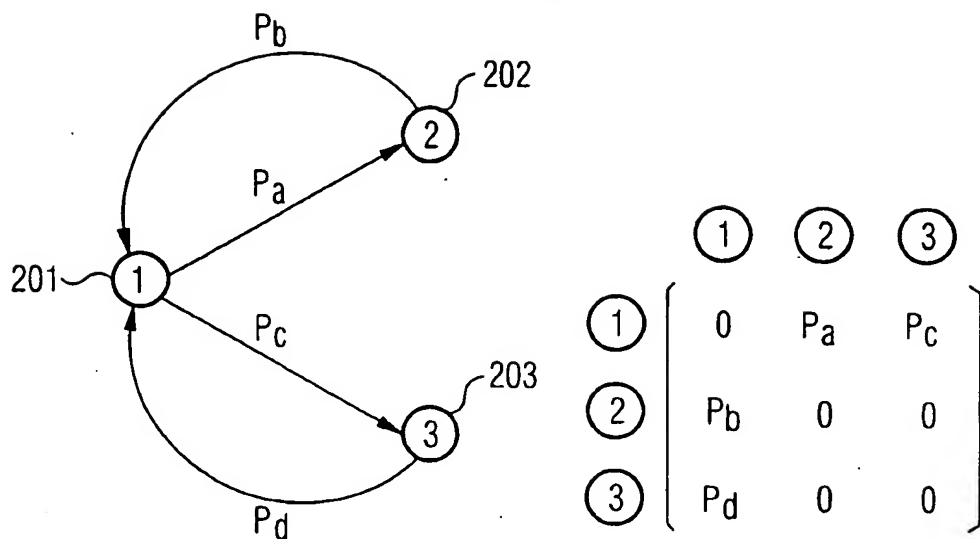
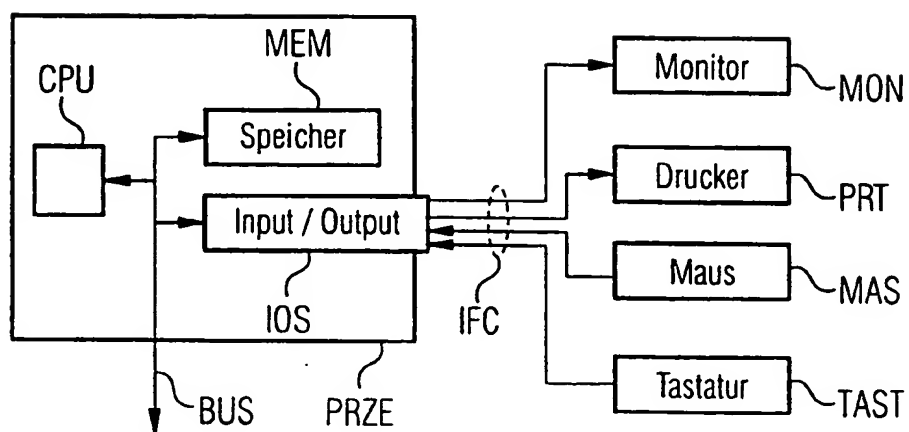


FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
**PCT/DE 99/03261**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7    G06F11/34    G06F11/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7    G06F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 452 440 A (SALSBURG MICHAEL A) 19 September 1995 (1995-09-19) abstract column 9, line 56 - line 61	1,2,6,7, 9,10
A	UNWALA I H ET AL: "A MARKOV CHAIN MODELING TECHNIQUE FOR EVALUATING PIPELINED PROCESSOR DESIGNS" PROCEEDINGS OF THE MIDWEST SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS, US, NEW YORK, IEEE, vol. SYMP. 37, 1994, pages 319-322, XP000532032 ISBN: 0-7803-2429-3 the whole document	1,2,6,9, 10
— — — — — — / —		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <span style="margin-left: 100px;"><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span>		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">14 March 2000</div>		Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">23/03/2000</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentsaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Facs (+31-70) 340-3018		Authorized officer  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Ramos Sánchez, U</div>

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Patent Application No.  
PCT/DE 99/03261

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WHITTAKER J A ET AL: "A MARKOV CHAIN MODEL FOR STATISTICAL SOFTWARE TESTING" IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 20, no. 10, 1 October 1994 (1994-10-01), pages 812-824, XP000485370 ISSN: 0098-5589 the whole document	1,2,6,9, 10
A	US 5 510 698 A (STANKOVIC ALEKSANDAR M ET AL) 23 April 1996 (1996-04-23) column 6, line 12 - line 23 column 7, line 33 - line 44	1,9

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03261

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5452440 A	19-09-1995	AT 158425 T	15-10-1997
		AU 672719 B	10-10-1996
		AU 7361194 A	13-02-1995
		CA 2167307 A	26-01-1995
		DE 69405758 D	23-10-1997
		DE 69405758 T	09-04-1998
		DK 708942 T	04-05-1998
		EP 0708942 A	01-05-1996
		ES 2108475 T	16-12-1997
		GR 3025221 T	27-02-1998
		HK 1002941 A	25-09-1998
		WO 9502864 A	26-01-1995
US 5510698 A	23-04-1996	WO 9505025 A	16-02-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Abkürzungszeichen

PCT/DE 99/03261

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G06F11/34 G06F11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 452 440 A (SALSBURG MICHAEL A) 19. September 1995 (1995-09-19) Zusammenfassung Spalte 9, Zeile 56 - Zeile 61	1,2,6,7, 9,10
A	UNWALA I H ET AL: "A MARKOV CHAIN MODELING TECHNIQUE FOR EVALUATING PIPELINED PROCESSOR DESIGNS" PROCEEDINGS OF THE MIDWEST SYMPOSIUM ON CIRCUITS AND SYSTEMS,US,NEW YORK, IEEE, Bd. SYMP. 37, 1994, Seiten 319-322, XP000532032 ISBN: 0-7803-2429-3 das ganze Dokument	1,2,6,9, 10

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

14. März 2000

Abenddatum des Internationalen Recherchenberichts

23/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Ramos Sánchez, U

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WHITTAKER J A ET AL: "A MARKOV CHAIN MODEL FOR STATISTICAL SOFTWARE TESTING" IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. 20, Nr. 10, 1. Oktober 1994 (1994-10-01), Seiten 812-824, XP000485370 ISSN: 0098-5589 das ganze Dokument	1,2,6,9, 10
A	US 5 510 698 A (STANKOVIC ALEKSANDAR M ET AL) 23. April 1996 (1996-04-23) Spalte 6, Zeile 12 - Zeile 23 Spalte 7, Zeile 33 - Zeile 44	1,9

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Akterzeichen

PCT/DE 99/03261

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5452440 A	19-09-1995	AT 158425 T	15-10-1997
		AU 672719 B	10-10-1996
		AU 7361194 A	13-02-1995
		CA 2167307 A	26-01-1995
		DE 69405758 D	23-10-1997
		DE 69405758 T	09-04-1998
		DK 708942 T	04-05-1998
		EP 0708942 A	01-05-1996
		ES 2108475 T	16-12-1997
		GR 3025221 T	27-02-1998
		HK 1002941 A	25-09-1998
		WO 9502864 A	26-01-1995
US 5510698 A	23-04-1996	WO 9505025 A	16-02-1995

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Juli 1992)